

4. PEMBAHASAN

Susbstrat yang digunakan di dalam penelitian ini adalah biji jali. Biji jali dihasilkan dari tanaman jali (*Coix lachryma-jobi L.*) dengan kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi. Proses fermentasi diaplikasikan pada biji jali dengan menggunakan ragi tempe komersil merk “Raprima” dalam menghasilkan tepung jali. Hasil tepung jali terfermentasi ini diharapkan memiliki karakteristik/ profil tepung yang lebih baik dari tepung jali non-fermentasi, sehingga dapat diaplikasikan dengan baik dalam produk makanan. Selain itu karakteristik dari masing-masing tepung fermentasi dan non-fermentasi juga dibandingkan dengan tepung terigu agar mempermudah klasifikasi penggunaan tepung yang tepat pada produk.

4.1. Pertumbuhan Kapang dan Khamir Selama Proses Fermentasi

Proses fermentasi biji jali dilakukan dengan menggunakan metode fermentasi biji kedelai dalam pembuatan tempe. Sebagai starter, digunakan ragi tempe komersil dengan merk “Raprima”. Biji jali difermentasi selama 24 jam, hingga 72 jam. Selama kurun waktu 24 jam dan 72 jam, dilakukan perhitungan Angka Kapang Khamir guna mengetahui laju pertumbuhan dari starter ragi tempe selama proses fermentasi.

Dari hasil pengamatan yang ada, diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi, pertumbuhan kapang yang pada ragi tempe masih baik. Hal ini dapat terlihat dari total kapang khamir pada fermentasi 24 jam memiliki rata-rata pertumbuhan sebesar $6,26 \pm 0,21$ log CFU/ml. Sedangkan pada fermentasi 72 jam, angka kapang khamir pada substrat adalah $6,40 \pm 0,18$ log CFU/ml. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses fermentasi pada biji jali telah berjalan dengan baik dan masih stabil/ stasioner hingga fermentasi 72 jam. Secara visual, proses fermentasi ragi tempe ini dapat terlihat dari tumbuhnya miselia-miselial yang menyelimuti permukaan biji jali. Semakin lama fermentasi, jumlah miselia yang tumbuh akan semakin lebat dan kompak membentuk satu kesatuan sehingga penampakan dari biji jali menyerupai tempe berbahan dasar biji kedelai pada umumnya. Selain itu, diketahui bahwa pertumbuhan optimal dari kapang *Rhizopus sp.* terjadi pada 48 jam fermentasi, sehingga pada fermentasi selama 72 jam, biji jali akan terselimuti oleh miselia secara lebih kompak (Harmoko *et al.*, 2016).

Di dalam ragi tempe, terdapat beberapa kapang yang bekerja di dalamnya, antara lain *Rhizopus oligosporus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizomucor pusillus* dan *Mucor rouxii* (Nurdini *et al.*, 2015). Kapang pada ragi tersebut mampu menghasilkan beberapa enzim yang dapat menyederhanakan senyawa-senyawa kompleks pada biji jali. Salah satu enzim yang dihasilkan adalah enzim amilolitik yang bekerja pada substrat biji jali untuk mendegradasi kandungan pati yang ada menjadi gula-gula sederhana seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa. Karbohidrat merupakan salah satu komponen terbesar yang menyusun kandungan gizi pada biji jali. Sedangkan pati, merupakan bentuk senyawa kompleks yang berbentuk granula-granula tak larut yang menyusun cadangan karbohidrat pada tanaman. Senyawa kompleks ini tersusun atas amilosa dan amilopektin (Kartikasari *et al.*, 2016).

Akibat dari adanya proses fermentasi yang berlangsung selama 24 jam dan 72 jam, terjadi proses perombakan senyawa kompleks pati menjadi gula-gula sederhana. Hal ini dapat terlihat dari rata-rata total kandungan pati yang ada pada biji jali kontrol yakni sebesar $77,10 \pm 4,97\%$. Semakin lama proses fermentasi, kapang *Rhizopus sp* yang masih dalam keadaan aktif akan terus merombak pati sebagai substrat untuk menghasilkan makanan. Pada 24 jam fermentasi, kadar pati pada biji jali mengalami penurunan menjadi $67,73 \pm 5,62\%$. Kemudian pada 72 jam fermentasi, kadar pati masih menurun hingga $58,46 \pm 3,29\%$. Penurunan kadar pati ini menunjukkan bahwa kumpulan mikroba yang terdapat di starter ragi masih bekerja hingga 72 jam fermentasi dalam menghasilkan enzim amilolitik dan mendegradasi ikatan-ikatan kompleks pati menjadi bentuk yang lebih sederhana.

Senyawa kompleks pati yang terdegradasi menjadi senyawa-senyawa lebih sederhana, dapat mempengaruhi total gula reduksi yang dihasilkan selama proses fermentasi berlangsung. Ketika kadar pati menurun akibat proses fermentasi, maka hasil dari degradasi pati tersebut, yaitu gula sederhana akan meningkat. Salah satu kandungan gula sederhana yang terdeteksi dalam proses ini adalah kadar gula reduksi (Susanto *et al.*, 2017). Dari hasil pengamatan yang ada, dapat dilihat bahwa tepung jali kontrol memiliki kadar gula reduksi sebesar $1,71 \pm 0,08\%$, setelah mengalami proses fermentasi,

tepung jali fermentasi memiliki kadar gula reduksi yang lebih tinggi. Pada tepung jali fermentasi 24 jam, kadar gula reduksi mengalami kenaikan menjadi $3,41 \pm 0,18\%$, dan pada tepung jali fermentasi 72 jam, kadar gula reduksi meningkat menjadi $6,90 \pm 1,29\%$.

Dalam mendegradasi senyawa pati, mikroba yang terdapat pada ragi tempe mendegradasi senyawa penyusun pati, yaitu amilosa. Hal ini dapat terlihat dari hasil uji amilosa pada tepung jali kontrol yang semula memiliki kadar $26,32 \pm 0,93\%$, mengalami sedikit penurunan ketika diuji pada tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 jam menjadi sebesar $25,31 \pm 1,32\%$ dan $24,61 \pm 0,91\%$. Enzim amilase dihasilkan oleh strain *Rhizopus* selama fermentasi berjalan. Selama proses *solid state fermentation* (SSF) diaplikasikan pada singkong masak, strain *Rhizopus* memproduksi enzim amilase lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi pada singkong mentah. Enzim amilase yang dihasilkan *Rhizopus* pada singkong mentah adalah 39,3 gram dan pada singkong matang sebesar 178,4 gram (Soccol *et al.*, 1994). Proses fermentasi akan cenderung mendegradasi amilosa yang mempunyai rantai lurus menjadi molekul yang lebih sederhana (Kartikasari *et al.*, 2016). Aktivitas enzim amilase masih dihasilkan hingga fermentasi 72 jam, karena itulah kadar amilosa pada tepung jali fermentasi lebih rendah dibandingkan dengan kadar amilosa tepung jali kontrol.

4.2. Pengaruh Fermentasi Terhadap Profil Gelatinisasi Tepung Jali

Penentuan karakteristik pati yang terdapat pada sampel tepung, dapat dilakukan dengan bantuan alat *rapid visco analyzer* (RVA). Beberapa profil yang dapat teramati dengan menggunakan alat ini antara lain viskositas puncak, viskositas panas, penurunan viskositas karena pemanasan/ viskositas *breakdown*, viskositas akhir, peningkatan viskositas karena pendinginan/ viskositas *setback*, waktu puncak, dan suhu pengentalan. Proses fermentasi yang terjadi pada biji jali dapat mengubah komponen penyusun gizi seperti pati dan penyusunnya sehingga menyebabkan perbedaan karakteristik pati yang terkandung di dalamnya. Pati memegang peranan dalam menjaga stabilitas struktur suatu adonan. Pati yang memiliki derajat kristalinitas tinggi, mampu mempertahankan stabilitas adonan, dan memiliki resistensi dalam proses gelatinisasi (Chaisiricharoenkul *et al.*, 2011).

4.2.1. Suhu Gelatinisasi

Suhu gelatinisasi/ suhu pengentalan merupakan suhu dimana mulai terdeteksi adanya peningkatan viskositas akibat adanya pembengkakan granula pati. Tepung terigu memiliki suhu pengentalan $84,90 \pm 0,57^{\circ}\text{C}$, sedangkan tepung jali kontrol memiliki suhu pengentalan $82,68 \pm 0,25^{\circ}\text{C}$. Perbedaan suhu pengentalan antara dua jenis tepung ini mengindikasikan bahwa ketika mengalami pemasakan, tepung terigu mencapai awal gelatinisasi pada suhu yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan tepung jali kontrol (Kartikasari *et al.*, 2016).

Tepung jali kontrol juga memiliki perbedaan suhu gelatinisasi ketika mengalami proses fermentasi pada bentuk biji. Selama proses fermentasi, terjadi degradasi senyawa kompleks pati dan amilosa yang menyebabkan perbedaan karakteristik pati pada tepung jali fermentasi. Bila dilihat dari hasil uji RVA, nilai suhu pengentalan pada tepung jali kontrol adalah $82,68 \pm 0,25^{\circ}\text{C}$. Setelah mengalami proses fermentasi, suhu pengentalan pada tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 jam mengalami peningkatan, masing-masing menjadi $93,45 \pm 0,57^{\circ}\text{C}$ dan $94,28 \pm 0,60^{\circ}\text{C}$. Hasil pengamatan yang diperoleh ini mengindikasikan bahwa selama proses fermentasi, suhu pengentalan justru mengalami kenaikan. Menurut Liu *et al* (2017) amilosa memiliki kemampuan dalam membentuk ikatan kompleks amilosa-lipid yang dapat mempengaruhi kekuatan ikatan pada granula-granula pati. Kompleks ikatan kedua senyawa ini dapat menghalangi penetrasi air ke dalam granula pati, sehingga suhu gelatinisasi terdeteksi lebih tinggi (Liu *et al.*, 2017). Oleh karena itu, menurunnya kadar amilosa selama proses fermentasi, akan mengurangi pembentukan kompleks amilosa-lipid, sehingga suhu pengentalan akan menurun.

Ketidaksesuaian antara teori dengan hasil uji RVA dapat terjadi karena ada faktor lain yang ikut berubah selama proses fermentasi. Ketika proses fermentasi berlangsung, molekul kompleks pati akan di degradasi dan menghasilkan komponen gula-gula sederhana, seperti monosakarida dan disakarida. Salah satu gula sederhana yang dapat terbentuk adalah gula reduksi. Bila dilihat dari tabel hasil pengamatan yang ada, dapat dilihat bahwa semakin lama proses fermentasi, kandungan total gula reduksi pada tepung jali akan mengalami peningkatan dari $1,71 \pm 0,08\%$ menjadi $3,41 \pm 0,18\%$ dan $6,90 \pm 1,29\%$ masing-masing pada tepung 24 jam fermentasi dan 72 jam fermentasi.

Adanya kandungan gula dalam tepung jali fermentasi ini dapat mempengaruhi hasil pengujian profil tepung, dimana gula memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan air selama proses pemanasan di dalam RVA. Ikatan antara molekul gula dan air mampu meningkatkan viskositas dan menaikkan suhu. Sifat ini dapat terbentuk karena dibutuhkan energi yang lebih besar dalam memecah ikatan gula-air di dalam tepung jali fermentasi (Clemens *et al.*, 2016). Selain interaksi antara gula dan air pada gel, kandungan protein pada biji jali juga dapat menyebabkan perbedaan suhu gelatinisasi. Kandungan protein yang tinggi pada biji jali yaitu 14,10% (Nurmala, 2011) dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya interaksi antara senyawa protein-protein maupun protein-pati. Ikatan kompleks yang disebabkan oleh protein ini dapat menghalangi penyerapan air dan pengembangan pati, sehingga suhu yang dibutuhkan untuk memecah granula pati lebih tinggi (Chaisiricharoenkul *et al.*, 2011). Di dalam fermentasi dengan ragi tempe, strain *Rhizopus oligosporus* memiliki peran penting dalam mempengaruhi karakteristik kimia dari biji jali. Salah satu perubahan yang terjadi adalah meningkatnya kandungan protein pada substrat. Hal serupa juga terjadi pada *barley* hasil fermentasi dengan ragi tempe, dimana selama proses fermentasi, terjadi kenaikan kandungan protein dari $10.25 \pm 0.51\%$ menjadi $16.85 \pm 0.55\%$. Kandungan protein yang dihasilkan oleh *Rhizopus oligosporus* ini dapat menyebabkan kenaikan pada suhu gelatinisasi tepung jali fermentasi (Nelofer *et al.*, 2018).

4.2.2. Waktu Puncak

Waktu puncak merupakan waktu yang diperlukan pati dalam mencapai viskositas puncak. Semakin tinggi waktu puncak, maka waktu yang dibutuhkan untuk memasak lebih lama, dan energi yang dibutuhkan lebih besar (Rahman *et al.*, 2017). Tepung jali kontrol memiliki waktu puncak sebesar $9,23 \pm 0,04$ menit, sedangkan tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 secara berturut-turut memiliki waktu puncak sebesar $9,30 \pm 0,14$ menit dan $9,44 \pm 0,23$ menit. Hal ini menandakan bahwa proses fermentasi, tidak terdapat perbedaan nyata waktu puncak pada masing-masing perlakuan. Waktu puncak yang semakin tinggi mengindikasikan bahwa pati tersebut membutuhkan waktu yang lama dalam proses pemasakan dan lebih lambat mengental. Sebaliknya waktu puncak yang semakin rendah menandakan bahwa pati tersebut membutuhkan waktu yang lebih singkat karena lebih cepat mengalami pengentalan puncak (Rahman *et al.*,

2017). Tepung terigu memiliki waktu puncak $9,40 \pm 0,10$ menit yang tidak berbeda nyata dengan tepung jali kontrol, maupun tepung jali hasil proses fermentasi. Hal ini menandakan bahwa keempat sampel yang ada memiliki kecepatan yang sama dalam mencapai viskositas puncak.

4.2.3. Viskositas Puncak dan viskositas panas

Viskositas puncak pada profil tepung menunjukkan kondisi dimana granula pati mulai tergelatinisasi atau mencapai pengembangan maksimum hingga selanjutnya pecah. Viskositas puncak juga dapat menjadi indikasi kekuatan pengikatan air dari suatu pati. Viskositas puncak dapat dipengaruhi oleh kadar amilosa, dimana tingginya kadar amilosa dapat menurunkan *melting temperature* dari pati dengan mengacaukan kristalinitas granula pati (Liu *et al.*, 2017). Dari hasil pengamatan yang ada, viskositas puncak dari kedua sampel tepung jali fermentasi terus mengalami penurunan seiring dengan penurunan kadar amilosa. Secara berturut-turut, nilai viskositas puncak dari tepung jali fermentasi 24 jam dan fermentasi 72 jam adalah $496,00 \pm 80,61$ cP dan $394,00 \pm 128,69$ cP. Dimana kedua nilai tersebut lebih rendah dibandingkan dengan viskositas puncak dari tepung jali kontrol yakni $4256,50 \pm 14,85$ cP. Amilopektin sebagai salah satu komponen penyusun pati mempunyai kemampuan untuk mengikat air lebih baik dibandingkan dengan amilosa. Akan tetapi, selama proses fermentasi tepung jali berlangsung, terjadi penurunan kadar pati, yang berdampak pada penurunan kadar amilopektin pada tepung jali. Dapat dilihat, pada tepung jali fermentasi 24 jam dan fermentasi 72 jam memiliki kadar amilopektin sebesar $42,41 \pm 4,69\%$ dan $33,85 \pm 3,08\%$. Perbedaan kadar amilopektin ini dapat memberikan pengaruh pada kekuatan pati dalam mengikat air, sehingga semakin lama proses fermentasi maka viskositas puncak dapat menurun (Liu *et al.*, 2017).

Viskositas panas merupakan viskositas minimum yang dihitung ketika adonan tepung dipanaskan pada suhu tinggi yang konstan/ pada suhu tinggi 95°C selama waktu tertentu. Sebelum mengalami fermentasi, tepung jali kontrol memiliki viskositas panas sebesar $1869,50 \pm 13,44$ cP dan setelah mengalami fermentasi 24 jam menurun menjadi $399,50 \pm 102,53$ cP dan menurun lagi hingga $299,00 \pm 144,25$ cP pada fermentasi 72 jam. Hal ini menunjukkan proses fermentasi yang diaplikasikan pada biji jali, dapat

menyebabkan tepung jali fermentasi memiliki viskositas yang rendah ketika dipanaskan pada suhu 95°C. Menurut penelitian Liu *et al* (2017), diketahui bahwa semakin tinggi kandungan amilosa pada TSC (*translucent coix seed*), maka viskositas panas juga akan semakin tinggi. Sebaliknya, pada BCS (*big coix seed*) dan SCS (*small coix seed*) yang memiliki kandungan amilosa lebih rendah, memiliki viskositas panas yang juga rendah. Hasil pengamatan serupa dapat dilihat pada tabel hasil uji RVA tepung jali fermentasi. Tepung jali kontrol memiliki kadar amilosa yang lebih tinggi yakni $26,60 \pm 1,17\%$, sedangkan setelah mengalami proses fermentasi selama 24 jam dan 72 jam, kadar amilosa keduanya menurun secara berturut-turut menjadi $25,31 \pm 1,32\%$ dan $24,61 \pm 0,91\%$. Penurunan kadar amilosa ini berbanding lurus dengan penurunan viskositas panas keduanya.

4.2.4. Viskositas *breakdown*

Adanya penurunan yang terjadi pada viskositas puncak, dan viskositas panas pada tepung jali fermentasi akan berdampak pada penurunan viskositas karena pemanasan/viskositas *breakdown*. Viskositas *breakdown* merupakan selisih hasil dari viskositas puncak dan viskositas panas yang mengindikasikan stabilitas granula pati selama pemanasan dan pengadukan. Semakin tinggi nilai viskositas *breakdown*, maka stabilitas pati ketika dipanaskan semakin buruk (Liu *et al.*, 2017). Dilihat dari hasil pengamatan yang ada, nilai viskositas *breakdown* tepung jali fermentasi lebih rendah dari tepung jali kontrol. Tepung jali kontrol mempunyai nilai viskositas *breakdown* sebesar $2387,00 \pm 1,41$ cP, dan akibat adanya proses fermentasi dapat menurunkan nilai profil tepung tersebut menjadi $96,50 \pm 21,92$ cP pada 24 jam fermentasi, dan menurun lagi menjadi $95,00 \pm 15,56$ cP pada 72 jam fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa adanya proses fermentasi dapat meningkatkan stabilitas adonan tepung selama pemanasan dan proses pengadukan dibandingkan dengan tepung jali kontrol. Penurunan nilai viskositas puncak mempengaruhi nilai viskositas *breakdown*, sehingga kestabilan pati selama pemanasan dapat meningkat (Liu *et al.*, 2017).

4.2.5. Viskositas *setback*

Peningkatan viskositas karena pendinginan/ Viskositas *setback* adalah parameter yang digunakan untuk melihat kecenderungan pati dalam mengalami retrogradasi dan

sineresis. Retrogradasi adalah keadaan dimana mulai terbentuknya jaringan mikrokristal dari molekul-molekul amilosa yang berikatan kembali bersama molekul amilosa lain atau dengan percabangan amilopektin di luar granula pati setelah pasta didinginkan. Sedangkan sineresis adalah keluarnya/ merembesnya suatu cairan dari gel/pati. Derajat retrogradasi pati dapat dipengaruhi oleh proporsi amilosa-amilopektin serta struktur percabangan amilopektin (Lin *et al.*, 2011). Tepung jali kontrol memiliki nilai viskositas *setback* yang lebih tinggi, yaitu $2433,50 \pm 4,95$ cP. Sedangkan tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 jam memiliki nilai viskositas *setback* yang terus menurun yaitu $806,50 \pm 85,56$ cP dan $695,00 \pm 261,63$ cP.

Pati tersusun atas 2 molekul senyawa yaitu amilosa dan amilopektin. Setelah proses pemasakan/ pemanasan, granula pati akan terpecah dan kedua molekul penyusun pati ini akan bergerak keluar dari granula-granula pati. Selama proses pendinginan, molekul senyawa amilosa memiliki kecenderungan untuk membentuk ikatan antar molekul amilosa maupun dengan percabangan amilopektin diluar granula pati. Kompleks ikatan antar kedua molekul senyawa ini dapat mempercepat proses retrogradasi dan membuat pati mudah mengeras selama proses penyimpanan (Lin *et al.*, 2011). Selain itu, kadar amilopektin yang tinggi juga dapat menjadi salah satu pemicu naiknya nilai viskositas *setback*. Dilihat dari hasil pengamatan yang ada, kadar amilopektin pada tepung jali kontrol dan fermentasi berbeda. Tepung jali kontrol memiliki kadar amilopektin sebesar $50,50 \pm 4,60\%$, sedangkan kadar amilopektin pada tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 jam adalah $42,41 \pm 4,69\%$ dan $33,85 \pm 3,08\%$. Amilopektin dengan struktur tertentu dapat terikat dengan molekul amilosa yang berada di luar granula pati selama proses pendinginan. Ikatan antara amilosa dan amilopektin ini dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya perubahan nilai viskositas *setback* menjadi lebih tinggi, karena itu selama proses fermentasi, nilai viskositas *setback* menurun akibat jumlah amilosa dan amilopektin yang menurun (Lin *et al.*, 2011).

4.2.6. Viskositas akhir

Viskositas akhir adalah parameter yang menunjukkan kemampuan pati dalam membentuk gel/ pasta kental setelah melalui proses pemanasan/ pendinginan, serta ketahanan gel terhadap gaya geser yang dilakukan selama proses pengadukan

berlangsung. Viskositas akhir juga memiliki korelasi terhadap kandungan amilosa pada tepung. Semakin tinggi kandungan amilosa pada tepung, maka tepung tersebut akan memiliki viskositas akhir yang tinggi. Dari hasil uji RVA, dapat dilihat bahwa viskositas akhir dari masing-masing tepung jali fermentasi mengalami penurunan dan berbanding lurus dengan lama fermentasi. Nilai viskositas akhir tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 jam adalah $1206,00 \pm 188,09$ cP dan $994,00 \pm 405,88$ cP. Nilai keduanya lebih rendah bila dibandingkan dengan viskositas puncak tepung jali kontrol yaitu $4303,00 \pm 18,38$ cP. Penurunan nilai tersebut dapat terjadi karena kandungan amilosa ikut menurun seiring dengan lamanya proses fermentasi. Sehingga kemampuan amilosa dalam membentuk kembali ikatan-ikatan antar molekul pati ikut menurun dan menyebabkan viskositas menurun (Jane *et al.*, 1999).

4.3. Aplikasi Tepung Jali non Fermentasi dan Tepung Jali Fermentasi

Fermentasi menyebabkan penurunan nilai pada beberapa parameter viskositas pati tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 jam seperti viskositas puncak, viskositas panas, viskositas *breakdown*, viskositas *setback*, dan viskositas akhir. Penurunan ini dapat mempengaruhi aplikasi dari masing-masing tepung terhadap suatu produk. Bila dilihat dari hasil tabel uji RVA yang ada, tepung jali kontrol merupakan pati tipe A dimana pati ini memiliki nilai viskositas yang tinggi dan viskositas *breakdown* yg tinggi juga yaitu $4256,50 \pm 14,85$ cP dan $2387,00 \pm 1,41$ cP. Sedangkan tepung terigu merupakan pati tipe B dimana pati ini memiliki profil yang serupa dengan pati A tetapi nilai viskositas puncak dan viskositas *breakdown*-nya yang lebih rendah dari pati A, yaitu sebesar $2458,50 \pm 36,06$ cP dan $1142,00 \pm 18,38$ cP. Setelah mengalami fermentasi, pati dari tepung jali fermentasi juga berubah menjadi pati tipe C karena memiliki pengembangan yang terbatas dan viskositas *breakdown* yang kecil. Pengembangan pati dapat dilihat dari nilai viskositas puncak yang tidak terlalu tinggi pada tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 jam, yaitu $496,00 \pm 80,61$ cP dan $394,00 \pm 128,69$ cP (Collado *et al.*, 2001).

Ketika didinginkan pada suhu 50°C , pasta pati akan mengalami peningkatan kekentalan untuk selanjutnya membentuk gel. Viskositas gel yang terbentuk selama proses pendinginan ini dapat menentukan kekuatan pati dalam proses gelatinisasi dan membentuk struktur gel yang kuat. Pati yang memiliki nilai *setback* yang lebih tinggi

umumnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan gel/ *film* serta diaplikasikan pada bahan baku pembuatan mie atau bihun. Sementara pada pati dengan nilai *setback* dan viskositas puncak yang lebih rendah dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengental (Bimo Setiarto dan Widhyastuti, 2016). Bila dilihat dari segi nilai profil tepung, tepung jali memiliki viskositas akhir yang tinggi yaitu $4303,00 \pm 18,38$ cP dan viskositas *setback* yang tinggi sebesar $2433,50 \pm 4,95$ cP sehingga dapat menghasilkan produk akhir yang keras dan cenderung mengalami retrogradasi apabila disimpan dalam kurun waktu yang lama (Liu *et al.*, 2017). Tepung jali kontrol lebih cocok diaplikasikan sebagai bahan substitusi tepung terigu. Substitusi yang dianjurkan untuk produk *sponge cake* yaitu sebesar 20% agar diperoleh *sponge cake* dengan tekstur yang dapat diterima dan memiliki keunggulan dari segi kandungan protein dan serat (Kutschera dan Krasaekoopt, 2012). Bila dilihat dari parameter viskositas *setback*, tepung jali kontrol juga dapat diaplikasikan sebagai bahan baku pembuatan mie atau bihun karena sifatnya yang dapat membentuk struktur untaian bihun/mie yang tidak rapuh (Marta *et al.*, 2016). Sehingga mie atau bihun yang dihasilkan memiliki struktur yang lebih kokoh ketika dikeringkan.

Setelah mengalami fermentasi, tepung jali dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gel/ *film* berbasis pati dan bahan baku pembuatan mie/ bihun. Kemampuan tepung terigu untuk membentuk gel selama proses pendinginan (viskositas *setback*) berkisar antara $1362,00 \pm 35,36$ cP, sedangkan nilai viskositas *setback* pada tepung jali fermentasi 24 jam adalah $806,50 \pm 85,56$ cP. Dengan nilai yang tidak terlalu jauh ini, diperkirakan tepung jali hasil fermentasi selama 24 jam masih dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan mie maupun pembuatan gel/*film*. Bila dilihat dari nilai viskositas breakdown, tepung jali fermentasi 24 jam dan 72 jam memiliki nilai yang cukup rendah, yaitu $96,50 \pm 21,92$ cP dan $95,00 \pm 15,56$ cP. Rendahnya nilai viskositas *breakdown*, mengindikasikan bahwa pati tersebut memiliki ketahanan selama pemanasan dan pengadukan, oleh karena itu kedua tepung jali fermentasi tersebut dapat diaplikasikan pada bahan pangan yang memerlukan suhu tinggi selama pengolahan, seperti produk sup dan saus. Pati yang memiliki ketahanan panas dan kecenderungan retrogradasi yang rendah cocok diaplikasikan ke dalam produk saus sehingga

konsistensi viskositas selama pemanasan tetap terjaga dan produk tidak cepat mengalami pengerasan selama penyimpanan (Marta *et al.*, 2016)

